

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

## **EBB 222/4 – Metalurgi Fizikal**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari Bahagian A dan EMPAT soalan dari Bahagian B.

Jawab **LIMA** soalan. Jawab sekurang-kurangnya DUA soalan dari Bahagian A dan TIGA soalan dari Bahagian B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

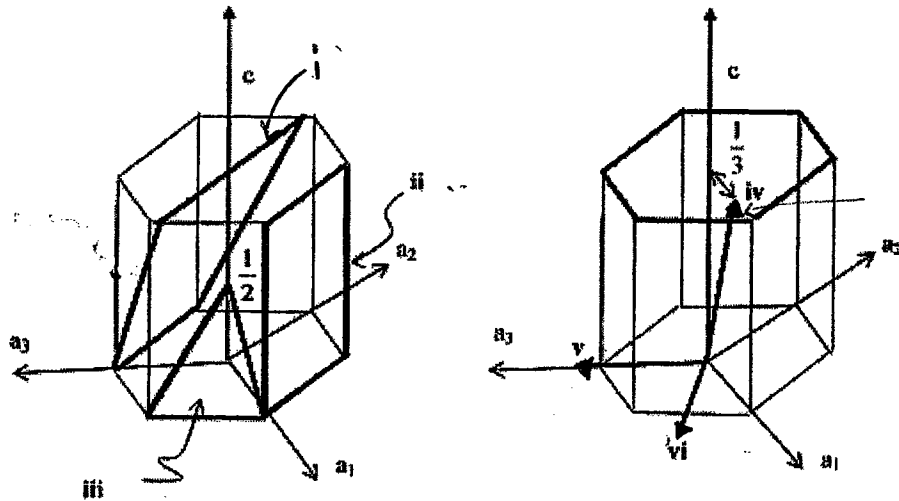
Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Jawab soalan nombor 1, 2 dan 3 dalam bahasa Malaysia manakala soalan nombor 4, 5, 6 dan 7, jawab dalam bahasa Inggeris.

**BAHAGIAN A**

1. (a) Tuliskan tiga indeks satah dan tiga arah bagi sel unit heksagonal berikut. (30 markah)

*Identify the three planes and three direction indexes of the following hexagonal unit cell.*



(30 marks)

- (b) Satu ujian pembelauan sinar X telah dijalankan ke atas satu unsur yang tidak diketahui struktur hablurnya samada kiub berpusat jasad atau kiub berpusat muka. Carta belauan telah merakamkan puncak-puncak belauan pada sudut  $2\theta$  berikut:  $31.305^\circ$ ,  $36.266^\circ$ ,  $52.228^\circ$  dan  $32.119^\circ$ . Panjang gelombang sinar X yang digunakan ialah 0.154 nm.
- Tentukan struktur hablur unsur tersebut.
  - Tentukan pemalar kekisi unsur tersebut.

(50 markah)

*An x-ray diffraction analysis was conducted on an element, which has either the body center cube or face center cube. Diffraction chart recorded diffraction peaks at the following  $2\theta$ :  $31.305^\circ$ ,  $36.266^\circ$ ,  $52.228^\circ$  and  $32.119^\circ$ . Wavelength of the incoming radiation was 0.1541 nm.*

- i. Determine the crystal structure of the element.*
- ii. Determine the lattice constant of the element.*

(50 marks)

- (c) *Jelaskan serta lakarkan kecacatan titik yang boleh hadir dalam kekisi logam, iaitu (i) kekosongan (ii) celahan diri (iii) bendasing gantian (iv) bendasing celahan (v) kehelan garis (vi) kehelan skru.*

(20 markah)

*Describe and illustrate the following types of point imperfection that can be present in metal lattices, (i) vacancy (ii) self-interstitial (iii) substitutional impurity (iv) interstitial impurity (v) line dislocation (vi) screw dislocation*

(20 marks)

2. (a) *Terangkan perbezaan antara penukleusan homogenous dan heterogenous mendakan dari cecair logam. Bagaimana perbezaan tersebut mempengaruhi pendinginan kurang kritikal yang diperlukan bagi penukleusan?*

(30 markah)

*Explain the difference between the homogenous and heterogeneous nucleation of precipitates from a metal liquid. How does this affect the critical undercooling necessary for nucleation?*

(30 marks)

- (b) Keputusan satu eksperimen ke atas pembekuan aluminium tulen menunjukkan penukleusan boleh berlaku sehingga 186.6K di bawah titik perleburan dan menghablur dengan struktur hablur kiub berpusat muka. Tentukan (i) saiz jejari kritikal dalam cm dan (ii) bilangan atom dalam nukleus bersaiz kritikal bagi penukleusan yang berlaku pada pendinginan kurang 186.6K.

Bagi aluminium, pemalar kekisi =  $0.405 \times 10^{-7}$  cm, haba pendam lakur =  $1066 \text{ J/cm}^3$ , tenaga permukaan =  $93 \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$  dan titik lebur =  $660^\circ\text{C}$ .

(40 markah)

*Result of an experiment on the freezing of pure aluminum showed that nucleation can extend to 186.6K below the melting point and crystallize with the face centered cubic crystal structure. Determine (i) the critical size radius, in cm, and (ii) number of atoms in a critically sized nucleus for nucleation at 186.6K of undercooling.*

*For aluminum, lattice constant =  $0.405 \times 10^{-7}$  cm, latent heat of fusion =  $1066 \text{ J/cm}^3$ , surface energy =  $93 \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$  and melting point =  $660^\circ\text{C}$ .*

(40 marks)

- (c) Jelaskan bagaimana tumbesaran dendrit lazim berlaku dalam penyejukan pantas larutan atau leburan?

(30 markah)

*Explain how dendritic growth is often resulted in rapid cooling of a solution or melt?*

(30 marks)

3. (a) Kekuatan teori bagi kuprum tulin ialah 20 GPa sedangkan kekuatan yang diukur ialah 0.5 MPa.

Jelaskan pemerhatian ini dengan mengambilkira mekanisma ubahbentuk.

(25 markah)

*The theoretical strength of pure copper is approximately 20 GPa, whereas the measured strength is 0.5 MPa.*

*Explain this observation in term of deformation mechanism.*

(25 markah)

- (b) Bincangkan dengan ringkas dan merujuk kepada kehelan, tiga mekanisma yang boleh meningkatkan kekuatan logam (iaitu pengurangan saiz butir, penguatan larutan pepejal dan pengerasan terikan). Berikan satu contoh praktikal bagi setiap kaedah.

(35 markah)

Describe briefly, in term of dislocation, three mechanisms for increasing the strength of metals (i.e., grain size reduction, solid solution strengthening and strain hardening). Give a practical example of each.

(35 marks)

- (c) Satu tegasan dengan magnitud 60 MPa dikenakan dalam arah [001] ke atas satu hablur kiub berpusat jasad. Kirakan tegasan ricih terlerai yang bertindak ke atas sistem gelinciran  $(111) [\bar{1} 0 0]$ .  
Gunakan peraturan ini untuk menentukan sudut antara paksi arah tegasan dan normal kepada satah gelincir iaitu bagi sistem hablur kiub indeks arah bagi arah normal kepada suatu satah adalah sama dengan indeks Miller satah tersebut.

(40 markah)

*A stress of 60 MPa is applied in the [001] direction on a face centered cube crystal. Calculate the resolved shear stress acting on the  $(111) [\bar{1} 0 0]$  slip system.*

*Use this rule to determine the angle between the axial stress direction and the normal to the slip plane which is the cubic crystal system the direction indices of a direction normal to a plane are the same as the Miller indices of that plane.*

(40 marks)

**BAHAGIAN B**

4. (a) Jelaskan dengan menggunakan diagram jika perlu:
- i. Prinsip pengerasan terikan
  - ii. Penggelekan sejuk dan mikrostruktur
  - iii. Proses sepuhlindap diri menyebabkan filamen mentol lampu terbakar.
  - iv. Peraturan Hume-Rothery bagi keterlarutan tidak terhad berlaku.
  - v. Penguatan serakan

(50 markah)

*Explain with aid of diagram whenever necessary:*

- i. *Principle of strain hardening.*
- ii. *Cold Rolling and Microstructure.*
- iii. *Self annealing processes leading to burn out the light bulb filament.*
- iv. *Hume-Rothery Rules for unlimited solubility to take place.*
- v. *Dispersion Strengthening.*

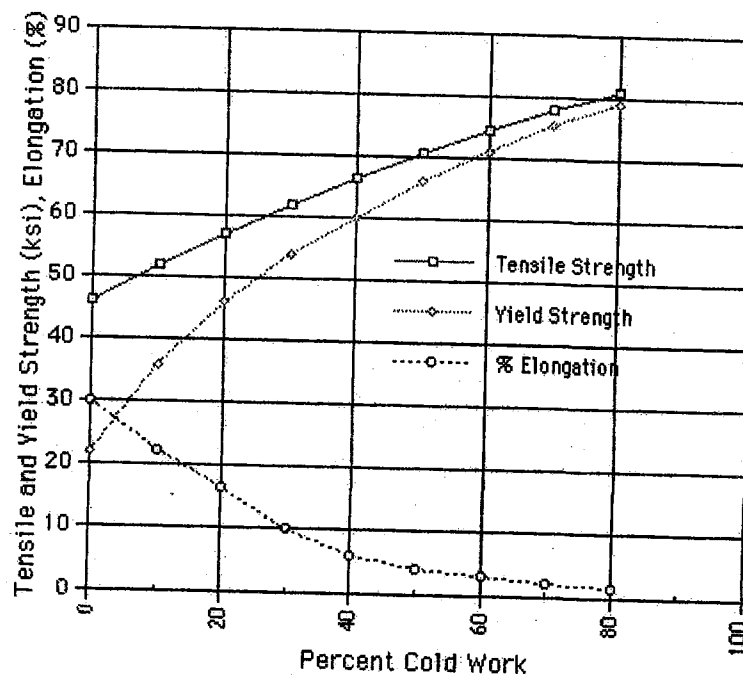
(50 marks)

- (b) Dalam satu proses penarikan wayar, satu rod kuprum dengan diameter 0.25 in. ditarik sehingga mencapai diameter 0.2 in. Apakah daya yang diperlukan untuk mengubah bentuk logam tersebut? Adakah daya tersebut cukup untuk memecahkan wayar selepas ia ditarik? Gunakan Rajah 1 di bawah.

(50 markah)

*A copper rod 0.25 in. in diameter is to be drawn through a 0.2 in diameter in a wire drawing process. What is the force required to deform the metal? IS the force sufficient to break the wire after it has been drawn? Use Figure 1 below.*

(50 marks)



Rajah 1/Figure 1



5. (a) i. Nyatakan pengkelasan bagi tindakbalas tiga fasa. Sokong jawapan anda dengan diagram.
- ii. Dengan berbantuan rajah, nyatakan perbezaan di antara sebatian antara logam stoikiometri dan tidak stoikiometri.

(50 markah)

- i. *State the classification of three phase reactions, support your answer with diagrams.*
- ii. *State by diagrams the difference between the stoichiometric and non stoichiometric compounds.*

(50 marks)

- (b) Pengerasan mendakan menghasilkan mendakan koheren halus dan keras yang diserak di dalam satu matrik lembut mulur. Dengan menggunakan rajah, terangkan 3 (tiga) langkah utama dalam proses rawatan haba.

(50 markah)

*Precipitation hardening produces fine, hard uniformly dispersed coherent precipitate in a soft ductile matrix. Explain with aid of diagrams the three main steps of this heat treatment process.*

(50 marks)

6. (a) Terangkan penjelmaan pearlit, bainit dan martensit bagi keluli eutektoid yang ditindih ke atas rajah penjelmaan masa suhu. Lakarkan setiap mikrostruktur.

(50 markah)

*Explain the transformation of Pearlite, Bainite and Martensite for eutectoid steel superimpose on time temperature transformation diagram. Sketch each microstructure?*

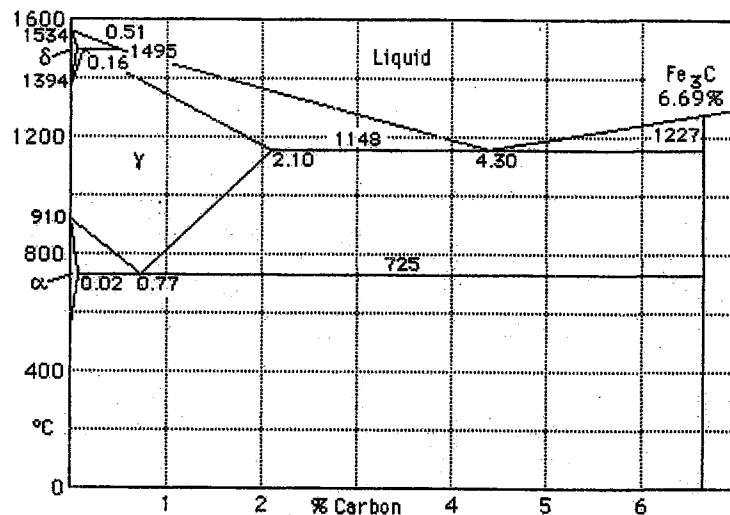
(50 marks)

- (b) Berdasarkan gambarajah fasa dalam Rajah 2 di bawah, kirakan amaun ferit dan sementit yang hadir dalam keluli 0.77% C.

(50 markah)

*Based on the phase diagram, calculates the amount of ferrite and cementite presents in 0.77% C steel using Figure 2 below.*

(50 marks)



Rajah 2/Figure 2

...11/-

7. (a) Satu prosedur piawai yang meluas digunakan untuk menentukan keboleherasan ialah ujian lindapkejut-hujung Jominy. Terangkan secara terperinci prosedur ujian tersebut dan bagaimana lengkungan keboleherasan dipersembahkan.

(50 markah)

*One standard procedure that is widely utilized to determine hardenability is the Jominy end-quench test. Explain in detail the procedure of this test and how the hardenability curves are presented?*

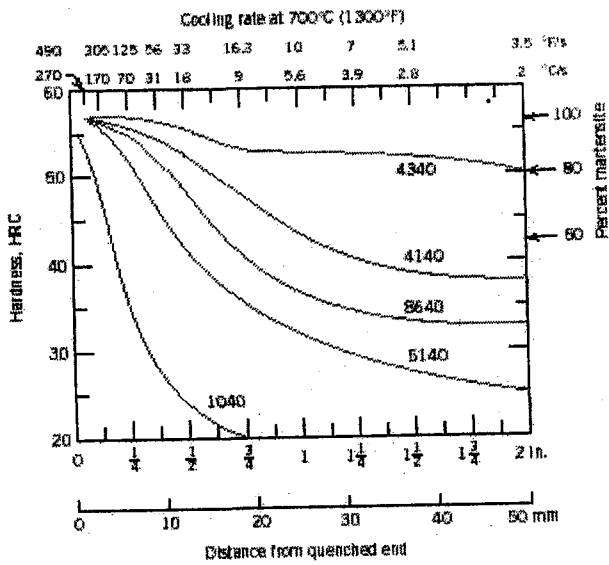
(50 marks)

- (b) Satu silinder keluli berdiameter 50 mm (2 in.) perlu dilindapkejut dalam air yang di aduk sederhana. Kekerasan permukaan dan kekerasan pusat mestilah sekurang-kurangnya 50 dan 40 HRC. Aloi yang manakah akan memenuhi kehendak tersebut: 1040, 5140, 4340, 8620, 8630, 8640 dan 8660? Jelaskan jawapan anda berdasarkan kelebihan setiap aloi tersebut. Gunakan set rajah 3, rajah 4 dan rajah 5 di bawah.

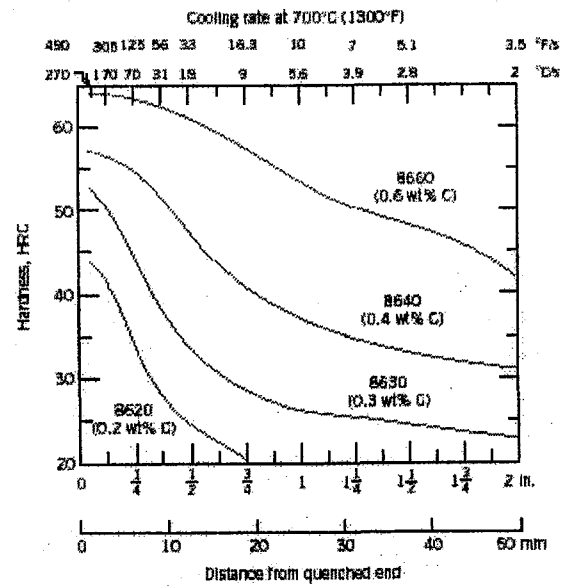
(50 markah)

*A cylindrical piece of steel 50 mm (2 in.) in diameter is to be quenched in moderately agitated water. Surface and center hardnesses must be at least 50 and 40 HRC, respectively. Which of the following alloys will satisfy these requirements: 1040, 5140, 4340, 4140, 8620, 8630, 8640 and 8660? Justify your answer based on their merit. Use the set of diagrams Figure 3, Figure 4 and Figure 5 below.*

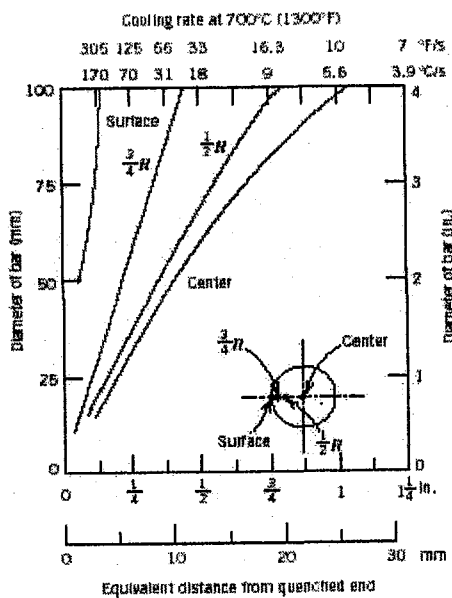
(50 marks)



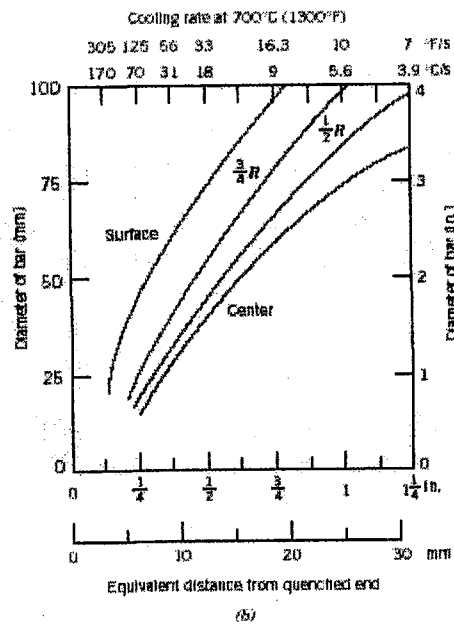
Rajah 3/Figure 3



Rajah 4/Figure 4



Moderately agitated water



Moderately agitated oil

Rajah5/Figure 5